化学物質取扱い事業所周辺の環境リスク評価のための手引き

平成24年３月

川崎市

目次

はじめに

川崎市は、京浜工業地帯の中核に位置し、全国的にも化学物質の排出量の多い自治体の一つです。環境汚染が懸念される化学物質の種類は多岐にわたり、それらすべての化学物質について、従来の規制手法で対応することは困難であり、事業者の自主的な管理が重要となっています。したがって、川崎市では、これらの化学物質による環境汚染の未然防止を図るために、「川崎市公害防止等生活環境の保全に関する条例」により、事業者へ自主的な化学物質の適正管理を求めるとともに、事業者の取組を支援するための指導、助言、情報提供等を実施しているところです。

事業者が実施する化学物質の自主管理においては、化学物質の性状、用途、排出実態などに応じてどのような手段を採用するか、あるいは優先的に管理する化学物質は何かなど、事業者自らが管理手法を選択することができます。その際に、事業所から環境中へ排出している化学物質が、周辺住民の健康にどのような影響を及ぼしているかを把握することは、有用な判断指標になると考えられます。また、それは、地域社会の一員として周辺住民とのコミュニケーションを推進していく上でも重要な役割を果たしていくと考えられます。このように、化学物質が環境を経由して人の健康や動植物の生息または生育に影響を与える可能性を「環境リスク」と呼びます。しかし、環境リスクの評価は極めて専門的で難しい作業であるとともに、現在も国内で統一した手法はありません。

そこで、市内の事業者が環境リスクの観点から化学物質の適正な管理を実施することを支援していくために、事業者が事業所周辺の環境リスクを自ら評価するための手引きを作成し、事業者へ提供することにしました。手引きの作成にあたって、市内の事業所に対してアンケート調査を実施した結果、65%以上の事業者が環境リスク評価の必要性を感じており、70%以上の事業者が簡単な手引きを要望していることなどを確認しました。これらの結果から、できるだけ簡単に環境リスクを自主的に評価できる内容とすることにしました。

川崎市では、これまでに市域全体の環境リスクの評価を実施してきました。その結果では、いくつかの物質について環境リスクが懸念されることがわかり、現在詳細な環境調査を実施するなど、更に実態把握に努めているところです。しかし、この環境リスク評価では個々の事業所の周辺の環境リスクをすべて把握できるわけではありません。したがって、化学物質を取り扱う事業者が、環境リスクの観点から効率的かつ効果的な自主管理を行うための参考としてこの手引きを活用していただき、官民一体となった市域の環境リスク低減に向けた取組を、今後も協働しながら推進していけることを期待しています。

I. 化学物質の環境リスク評価

1. 化学物質のリスクとは

(1) 化学物質のリスクの大きさ

化学物質のリスクとは、化学物質が人の健康や環境中に生息する動植物に望ましくない影響を与える可能性のことを言い、その大きさは、次のとおり有害性の強さと化学物質への暴露量で決まります。

リスクの大きさ=有害性の強さ×暴露量

化学物質の有害性とは、化学物質が持つ固有の危険性・毒性のことであり、その強さは毒性試験などから推定されます。一方で、化学物質への暴露量とは、人や環境中の生物が化学物質を体内に取り込んだ量のことであり、暴露される経路には呼吸による吸入、飲食物等を介した摂取、皮膚への直接的な接触などがあります。

化学物質は、安全なものと有害なものに二分することはできません。例えば、有害性の強い化学物質であっても、暴露量が十分に少なければリスクは小さく、逆に有害性の弱い化学物質であっても暴露量がかなり多いとリスクは大きくなります。

そのため、ある化学物質が実際に人や動植物に望ましくない影響を与えそうかどうかを判断するためにはリスクの大きさを評価することが必要になるのです。

(2) 化学物質によるリスクの種類

事業所で化学物質を取り扱う際に、人や動植物に与えるリスクには、表 1 に示すようなリスクが考えられます。この手引きは、これらのリスクのうち、人の健康に及ぼす環境リスクを評価する方法について解説するものです。

なお、事業所から環境中に排出された化学物質が川崎市民に与える健康影響を考える場合、河川や海域に排出された化学物質を市民が飲食物等を介して摂取する機会は極めて少なく、一方で大気中に排出された化学物質が市民の居住する地域まで拡散し、呼吸などにより吸入する機会は多く、特に事業所の周辺地域においてはその影響は大きくなると考えられます。そのため、この手引きでは、事業所から大気中に排出された化学物質による事業所の周辺住民の健康に及ぼす環境リスクを対象とします。

なお、この環境リスク評価の方法の基本的な考え方は、自社の事業所内または近隣の事業所で働く人への影響の評価にも応用することができます。

表1 事業所で取り扱う化学物質が人や動植物に及ぼすリスクの例

リスクの種類	説明
環境リスク	事業所から排出された化学物質が、環境を経由して人の健康や動植物の生息または生育へ及ぼすリスク
製品リスク	事業所から出荷された製品に含まれる化学物質が、人（消費者）の健康や環境中の動植物へ及ぼすリスク
作業者へのリスク	事業所内で取り扱われている化学物質が、作業者の健康へ及ぼすリスク
事故時のリスク	爆発や火災などの事故により、人の健康、または環境中の動植物へ及ぼすリスク

(3) 環境リスク評価で検討すべき化学物質の有害性

化学物質の有害性には、暴露された後短期間で気分が悪くなるなど色々な症状がでる急性毒性や、低濃度なので特に暴露の認識はなくても、長期間が経過した後に症状がでる慢性的な健康影響があります。

事業所の周辺住民から、排出している化学物質が原因と思われる急性的な症状の苦情が寄せられた場合には、環境リスク評価を実施して対策を検討するのではなく、まずは発生源での排出実態を把握し、緊急的な排出抑制対策を実施すべきであると考えられます。したがって、この手引きの環境リスク評価では、周辺住民が暴露されている認識がないような低濃度に長期間暴露されたときの慢性的な健康影響について、リスクを評価する手法を解説します。

(4) この手引きのねらい

この手引きでは、事業所から排出された化学物質が周辺住民に及ぼす環境リスクを評価するために、最も影響を与えると考えられる大気を経由した影響を対象としました。また、暴露される人口という観点では評価せず、物質の有害性の強さと最大暴露量（濃度）の二つの情報から環境リスク評価を実施します。つまり、事業所周辺の最も高濃度に暴露される地点に居住する人への環境リスクを、簡単な方法で評価することを目的としています。

ポイント
この手引きでは、物質の有害性と暴露量の情報から、事業所周辺の住民への初期的なリスク評価を実施する手法について解説しています。

2. 事業所周辺の環境リスクを評価することにより期待される効果

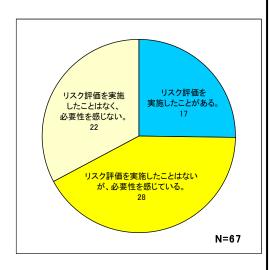
大気経由での化学物質の適正管理を行う際には、大気の吸入量は誰でもほぼ等しいとみなせるので、環境基準等の基準値（濃度）を指標として管理をすることがわかりやすく望ましいといえます。しかし、市内の事業所で取り扱われている化学物質の種類は極めて多く、その多くには指標となる基準値が設定されていないのが現状です。したがって、指標となる基準値が設定されていない化学物質については、化学物質の有害性の強さと事業所周辺における暴露量からリスクを評価し、その評価に基づいて適正管理をすることが重要です。

例えば、次のようなときにリスク評価の効果が期待できます。

- 事業所の近くの市民への健康影響が気になるが、市が測定しているポイントが近くにはない。市の測定結果では環境基準はクリアしているが、近くの市民は大丈夫なのか。
- 事業所で取り扱うA物質とB物質の排出量が大きい。対策をしたいが予算や工程を考えると一度にはできそうにない。費用対効果を考えると、どちらを先に対策すべきか。
- 工業専用地域内に工場があり、近くに住民はいない。しかし、風向きによっては市街地に化学物質が流れていくことが考えられるが、他人の土地で環境濃度を測定することは難しい。なにかいい方法はないか。
- 事業所周辺の環境濃度を測定したいが、測定業者に問い合わせたら測定ができない（測定方法がない）といわれた。どうしたらよいか。

事業者の環境リスク評価の実施状況

川崎市は、平成21年11月、川崎市内のPRTR排出量届出事業所78事業所に対して、事業者の自主的な環境リスク評価の実施状況及び事業者向け環境リスク評価手引きに対する要望についてアンケート調査※を行いました。

環境リスク評価を実施したことがあると回答した17事業者の中では、環境リスク評価を実施した理由として、「排出量削減等の自主的な化学物質管理の行動につなげるため」、「事業者としての責任があるから」を挙げている事業者が多く見られました。

また、リスク評価を実施したことはないが、必要性を感じていると回答した28事業者の中では、リスク評価を実施しない理由として、「環境リスク評価のための適切なテキストやツールがない」、「どのように環境リスクを評価したらよいのか分からない」との回答が多く見られました。

このアンケート結果から、環境リスク評価の必要性を感じていても、環境リスク評価を実施するためのノウハウを持っていない事業者がいることが分かりました。このような状況も踏まえ、この手引きを作成することとしました。

※　別添資料１参照

II. 環境リスク評価の実施手順

この II 章では、事業所周辺の環境リスクを評価するための手順について、図 1 で示した環境リスク評価の実施手順にしたがって解説します。

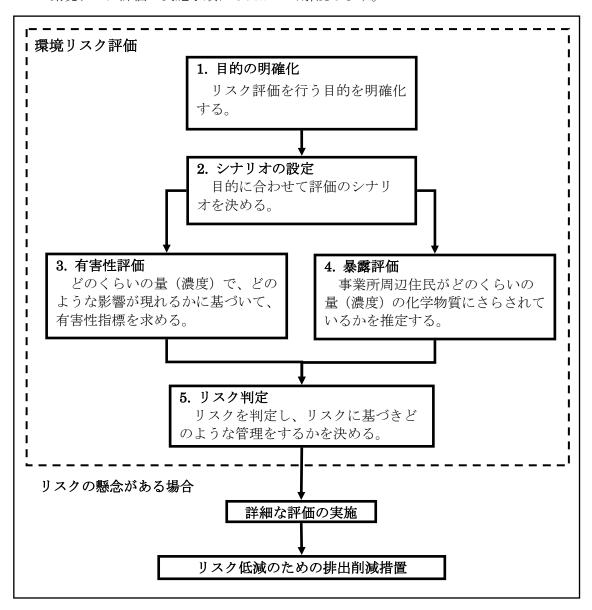



図1 化学物質の環境リスク評価の基本的な実施手順

1. 目的の明確化

化学物質の環境リスク評価の目的は、事業者の化学物質の取り扱いや排出の状況により異なります。このため、環境リスク評価を実施しようとする場合、まず、評価の目的を明確にする必要があります。

例えば、環境リスク評価を実施する目的としては、以下のようなものが挙げられます。

- 社会的責任として自社が排出している化学物質が、周辺住民に与えている影響について把握したい。
- 事業所から排出している化学物質を削減する計画があるが、リスク評価を行うことにより、周辺へのリスクが大きい物質から優先して削減したい。
- 化学物質排出量の削減目標の設定にあたり、現状の環境リスクと削減することによる効果を評価したい。

ポイント
自社の化学物質の排出実態、CSRの方針、あるいは排出量削減計画などを考慮して、環境リスク評価をすることの目的を明確にしましょう。

2. シナリオの設定

リスク評価の目的を明確にしたら、次は、どのようなシナリオを設定してリスク評価を実施するかを検討します。リスクは、化学物質の種類をはじめ、影響を受ける対象、摂取経路、暴露の状況などによって異なります。したがって、ひとつの事業所においてもたくさんのリスクシナリオが考えられますが、何を評価したいかといった目的ごとに対象とするシナリオを設定してシナリオごとに評価を実施することになります。

なお、この手引きでは、p.2 に記した理由から、「大気に排出された化学物質が周辺住民に及ぼすリスク」を評価する手法について、解説することとしています。このため、この手引きでは、表 2 のように環境リスク評価のシナリオを設定することとします。①から④の項目のうち、①対象物質については事業所により異なります。このため、この手引きに従って環境リスク評価を実施するためには、事業者は事業所から大気へ排出されている物質を把握する必要があります。②から④については、どの事業所においても共通のシナリオとなります。

表2 この手引きの環境リスク評価のシナリオ

項目	この手引きの環境リスク評価のシナリオ
①対象物質	・ 大気への排出量が多い物質 ・ 大気への排出があり、取扱量の多い物質 ・ 大気への排出があり、有害性の高い物質 などの物質から、目的に合わせた物質を選定してください。
②影響を受ける対象	事業所周辺に居住する住民（ただし、自社や近隣の事業所の労働環境の評価にも応用できます。）
③摂取経路	事業所から大気へ排出された化学物質が、大気環境を経由して呼吸により摂取される経路
④暴露の状況	住民が長期間にわたって、大気環境中から化学物質を呼吸により吸入する暴露状況

ポイント
事業所から大気へ排出されている物質の種類とその排出量を把握しましょう。また、化学反応により非意図的に発生し排出されている物質にも注意しましょう。

3. 有害性評価

シナリオ設定においてリスク評価の対象物質が決まったら、次は、その化学物質の性質や有害性に関連する情報を調べます。その上で、対象物質の有害性を評価します。

(1) 対象物質の性質の把握

自社から大気環境中へ排出している化学物質の性質を把握することは、環境リスク評価を実施する上でも、また事業所内で日常的に化学物質を管理する上でも重要です。例えば、物理化学的性状や毒性などの情報を把握することにより、その物質に合った適正な管理手法を選択することができるようになります。

化学物質の性質に関する情報は、現在、インターネットから入手することができるようになっています。表 3 には、化学物質の性質に関する情報を公開している我が国の主要な情報源を示しています。

これらのデータベースから目的とする物質の情報が得られない場合は、国際機関や外国の情報源を利用することになります。情報入手で困難が生じる場合は、化学物質の安全性情報を取り扱う調査会社などに調査を依頼することもできます。

表3 化学物質の性質に関する情報を公開している情報源

情報源の名称	情報源のURL	特徴
化学物質総合情報提供システム（CHRIP）（NITE）	http://www.safe.nite.go.jp/japan/db.html	経済産業省が「化学物質安全管理」の一環として構築したデータベース。約 20 万物質を収載。
化審法データベース（J-CHECK）（厚生労働省&経済産業省&環境省&NITE）	http://www.safe.nite.go.jp/jcheck/Top.do	「化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律」にかかわる厚生労働省、経済産業省及び環境省が、化学物質の安全性情報を広く国民に発信するために作成したデータベース。
化学物質ファクトシート（環境省）	http://www.env.go.jp/chemi/communication/factsheet.html	環境省のリスクコミュニケーションホームページに掲載されており、化学物質の専門家以外の方にもわかりやすく整理されている。約 300 物質を収載。
環境リスク初期評価（環境省）	http://www.env.go.jp/chemi/risk/index.html	環境省の化学物質の人の健康及び環境中の生物に対する環境リスクの初期評価書。約250物質を収載。
化学物質の初期リスク評価（NITE & CERI）	http://www.safe.nite.go.jp/risk/riskhykdl01.html	「化学物質のリスク評価およびリスク評価手法の開発プロジェクト」（NEDO事業）で作成した150物質の初期リスク評価書を収載。

化学物質ハザードデータ集（CERI）	http://www.cerij.or.jp/evaluation_document/Chemical_hazard_data.html	一般財団法人化学物質評価研究機構がPRTR 事業者などの化学物質の安全管理のために編集した化学物質の安全性（ハザード）評価シート。270 物質を収載。ホームページ上では要約版が閲覧できる。
kis-net（神奈川県＆国立環境研究所）	http://www.k-erc.pref.kanagawa.jp/kisnet/	化学物質を取り扱う事業所向けに、神奈川県と国立環境研究所で共同開発した。約8,000物質の情報を収載。
化学物質情報（厚生労働省）	http://anzeninfo.mhlw.go.jp/user/anzen/kag/ankgc01.htm	労働安全衛生法に基づいて公表された、約58,000の化学物質情報や、約2,000の化学物質のMSDS等の危険有害性情報等を収載。

例えば、表３の「化学物質総合情報提供システム（CHRIP）」や「化学物質ファクトシート」でベンゼンについて調べた場合、表４のような情報を入手することができます。

表4 情報源から得られるベンゼンに関する情報の例

項目	得られる情報
物理化学的性状	融点：5.5 ℃ 沸点：80.1 ℃ 比重：0.8787（15/4℃） 蒸気圧：12.7 kPa（25℃） 分配係数：2.13 対水溶解度：0.188%(w/w)（23.5℃）
性状	常温では特徴的な臭いをもつ無色透明の液体で、揮発性物質である。
環境中での動き	大気中へ排出されたベンゼンは、7～10日で半分の濃度になると計算されている。水中に入った場合は、主に大気中への揮発によって失われるほか、一部は微生物によって分解されると推定されている。しかし、土壌の深い層や地下水に侵入したベンゼンは、容易には揮発しない。
毒性	ベンゼンは、遺伝子に対する障害や白血病を引き起こすと考えられている。その他、高濃度のベンゼンを長期間体内に取り込むと、造血器に障害を引き起こすことが報告されている。

ポイント
化学物質の性質は、環境リスク評価を実施する上でも、日常的な化学物質管理をする上でも、重要な情報となります。対象物質の性質を、インターネットで調べてみましょう。

⑵ 有害性の評価の基本的な考え方

化学物質の有害性は物質によって異なる固有の性質です。例えば、がんを引き起こす化学物質もあれば、神経に有害な影響を与える化学物質もあるように、化学物質の示す有害な影響の種類は物質により異なっています。また、同じ種類の有害な影響を引き起こす化学物質であっても、その有害性の強さ、すなわち、影響を生じるのに必要な量（濃度）は化学物質によって異なっています。有害性の評価では、その化学物質が示す有害な影響と、その有害な影響が生じるときに体に取り込まれた化学物質の量（濃度）の関係を、評価することになります。

ある化学物質のある影響においては、その体内への取り込み量がある量を下回ると影響が全く出なくなることがあります。この“それ以下では影響を生じない量”は「閾値（いきち）」と呼ばれています。一方、様々な有害性の中で、発がん性については閾値がないものがあります（【参考】参照）。閾値がないということは、体に取り込む量が少しでもあれば影響が現れる可能性があることを意味します。閾値のある場合とない場合それぞれについて、暴露量と有害な影響の発生の違いを模式的に図示すると、以下の図 2 のようになります。

有害性の評価は、閾値がある場合とない場合に分けて行うのが一般的です。

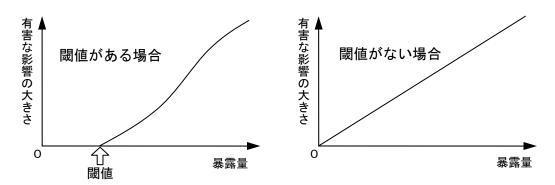



図2 閾値の有無による化学物質の暴露量と有害な影響の発生の違い

ポイント
化学物質の有害性には、閾値があるものとないものがあり、有害性の評価は、それぞれ別々の考え方で行います。

【参考】

一般に、化学物質による発がんのうち、遺伝子を傷つけることによる発がんには閾値がなく、それ以外による発がんには閾値があると考えられています。また、発がん以外の有害影響には閾値があると考えられています。

(3) 本手引きにおける有害性評価

人が大気中の汚染物質に暴露されるときのように、少量（低濃度）の化学物質に長期間暴露されたときの有害な影響については、必ずしもすべて明らかにされているわけではありません。また、そのようなことを調べる研究にもいろいろなものがあります。国や研究機関において実施されている環境リスク評価においては、化学物質を取り扱う事業所等で得られた疫学調査の結果や、動物を用いた毒性試験で得られた試験結果の中から、適切かつ信頼できる調査結果を選択し、化学物質の有害性の種類とその強さを評価しています。

しかしながら、数多くある有害性の試験結果から、信頼性の高いものを選び出し、化学物質の有害性を評価することは、専門的な知識を必要とする作業であるばかりではなく、多くの費用と時間も必要になります。

以上から、この手引きでは、有害性の試験結果を収集して、その試験結果から化学物質の有害性を評価する方法については解説していません。その代わりに、環境省が環境リスク評価を実施することで作成した「化学物質の環境リスク初期評価」（以下「環境省の初期リスク評価書」と呼びます。）を信頼性のある情報源として位置付けて、環境省の初期リスク評価書の有害性評価の結果を、この手引きでは参照することにしています。

また、大気環境に関する環境基準や指針値は、国が詳細なリスク評価に基づいて決めた値です。このため、この手引きの有害性評価では、環境省の初期リスク評価書の有害性評価の結果より優先して、これら基準値を参照することにしています。

したがって、環境省のデータが得られない化学物質については、他の情報源のデータを利用して評価を行うことになります。

ポイント
この手引きの有害性評価では、信頼できる機関として、国から公表されている有害性評価の結果を参照することにしています。

(4) 有害性の指標

環境省の初期リスク評価書では、閾値なしの有害性（遺伝子を傷害することによる発がん性）、閾値ありの有害性について、それぞれ別々に評価しています。以下に、閾値なしの有害性（遺伝子を傷害することによる発がん性）の指標と閾値ありの有害性の指標について説明し、さらに環境基準と指針値についての解説も示します。

1) 閾値なし（遺伝子傷害による発がん性）：ユニットリスク

一般に、閾値なしの発がん性の評価は、化学物質に暴露されることにより、発がんの確率が増える程度に基づいて行われています。「ユニットリスク($(\mu g/m^3)^{-1}$)」とは、疫学調査や動物実験の結果から、 1 $\mu g/m^3$ の濃度の化学物質が含まれる大気を、生涯（70 年間）を通じて吸引し続けた場合の、がんの発生確率の増加分（実際には 95%信頼限界値が使われています）として定められた値です。

【参考】

環境省の初期リスク評価書では、一部の発がん性の物質について、「生涯のがん過剰発生率 5%に対する暴露濃度($\mu g/m^3$)」と呼ばれる値を求めています。この値は、70 年間を通じて吸引し続けた場合に、がんの発生確率が 5%増加する濃度のことを指します。

2) 閾値あり（非発がん性（および遺伝子傷害によらない発がん性））：無毒性量

閾値ありの評価では、疫学調査や動物実験の結果から、有害な影響の認められなかった最大の量である「無毒性量（mg/m^3）（NOAEL：No Observed Adverse Effect Level）」を求めます。

なお、動物実験の結果を用いる場合、その結果には動物とヒトの違いによる不確実性が生じます。その場合、不確実性により環境リスクが小さく見積もられることがないように、不確実性を調整するための係数（以下「不確実係数」と言う。）を用い、動物への有害性から人への有害性を推定することが一般的です。

例えば、動物実験から得られた数値を不確実係数 10 で除し、より少ない暴露量でもヒトへの影響があると考えるなど、安全側に立って不確実係数を設定します。しかし、不確実係数を与えすぎると、環境リスクを過大に評価してしまうことになります。これらの不確実係数の当てはめ方には国際的に統一的な方法はなく、研究機関ごとに妥当と考えられる係数を設定しています。したがって、ここでは、環境省の初期リスク評価書で採用されている不確実係数を例に解説します。

環境省の初期リスク評価書では、実験で確認されている NOAEL 若しくは最小毒性量（LOAEL：Lowest Observed Adverse Effect Level）に不確実係数を適用して、人が化学物質に長期間暴露される場合の NOAEL を求めています。NOAEL と LOAEL の関係については、図 3 に示します。NOAEL は実験で求められた影響が認められない最大量です。一方、LOAEL は実験で求められた影響が認められた最小量で、LOAEL 以下であっても影響がないとは限りません。そこで、NOAEL の代わりに LOAEL を用いる場合には、LOAEL から NOAEL を推定するために不確実係数を適用しています。

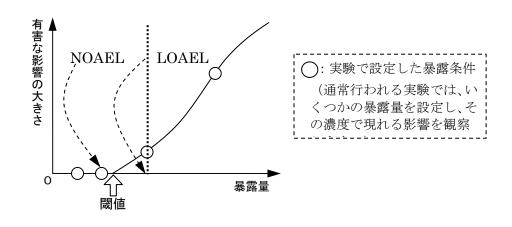



図3　無毒性量（NOAEL）と最小毒性量（LOAEL）の関係

このような手法により人の無毒性量を求める手順を、模式的に図 4 のとおり示します。

ステップ 1（暴露時間の換算）：暴露期間の補正をしています。環境省では、動物実験による有害性データの場合、1 日 24 時間、7 日間で連続的に暴露した時の有害性の値を長期暴露の有害性とし、例えば実験データが 1 日 7 時間、6 日間暴露したときの有害性データとすると、その値を 1 日 24 時間、7 日間に平均化し、長期暴露の有害性に換算します。

ステップ 2（NOAEL の推定）：LOAEL を NOAEL に換算する場合の例です。不確実係数 10 で除して換算します。

ステップ 3（人の有害性の推定）：マウスの有害性を人の有害性に換算する場合の例です。不確実係数 10 で除して換算します。

ステップ 2 及びステップ 3 のように、閾値のある場合は、実験データに不確実係数などを用いるなどして、不確実性に対応しながら、最終的に人の長期暴露時の NOAEL を算出しています。

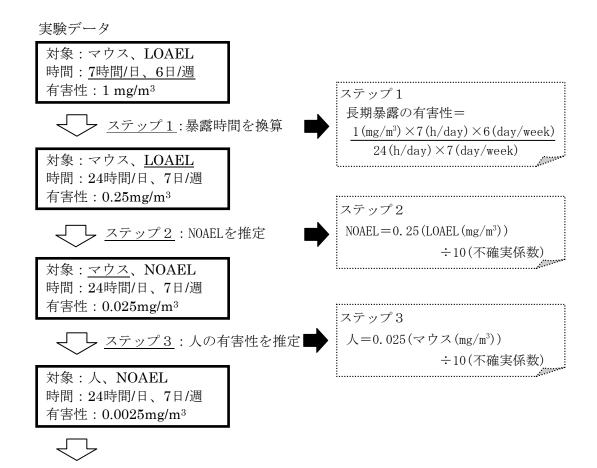



図4　人に対する無毒性量（NOAEL）を求める手順

3) 環境基準と指針値

環境省では、有害大気汚染物質について、環境基準または指針値を定めています。これらの指標の性質は下記のとおりです。

①環境基準

「大気の汚染に係る環境上の条件につき人の健康を保護する上で維持することが望ましい基準」として環境基本法に基づき設定されています。

②指針値

「有害性評価に係るデータの科学的信頼性において制約がある場合も含めて検討された、環境中の有害大気汚染物質による健康リスクの低減を図るための指針となる数値であり、現に行われている大気モニタリングの評価にあたっての指標や、事業者による排出抑制努力の指標としての機能を果たすことが期待できるもの」として、中央環境審議会の答申を受けて、環境省が設定しています。

ポイント
有害性評価は、物質ごとに疫学調査や動物実験により行われ、数値の大きさも有害性の種類も異なります。

(5) 有害性指標の一覧表

ここでは、有害性指標の一例として、平成 21 年度に川崎市内で大気への排出があると届出られている PRTR 対象化学物質を対象にして、環境省の初期リスク評価書に掲載されている有害性指標を表 5 に示しました。これは、人が化学物質を吸入したときの有害性指標です。

なお、平成 21 年度に届出排出量がある物質であっても、環境省の初期リスク評価書に有害性指標が掲載されていないものについては、表 5 にその物質名称を掲載していません。表 5 の指標は、この手引きを作成した時点の値であって、今後もこのデータは更新される可能性があります。川崎市のホームページには、最新の有害性データを反映した一覧表を掲載していますので、以下の URL で、最新のデータを参照してください。

URL ： http://www.city.kawasaki.jp/30/30kagaku/home/kagaku/kagakutop.htm

この手引きに従って環境リスク評価を実施する際には、評価対象物質の有害性指標を表 5 からピックアップして、その値と暴露評価の結果から、環境リスクを評価することになります。有害性指標を用いて環境リスクを評価する具体的な方法については、この手引きの「5.リスク判定」に示しています。

ただし、表 5 に評価対象物質の有害性指標が掲載されていないからといって、その物質の有害性がゼロであるわけではありません。表 5 に有害性指標がない場合は、例えば、（独）製品評価技術基盤機構と（財）化学物質評価研究機構が公表している「化学物質の初期リスク評価書」を参照したり、その他の情報源を参照したりすることにより、有害性指標を入手できる場合があります。

ここで示した無毒性量の値は、環境省の初期リスク評価書のなかに示されている疫学調査又は動物実験により得られた有害性情報を、人が長期間暴露された場合の無毒性量に換算した値です。

表5　化学物質の有害性に関する情報の一覧

物質名	リスク評価で用いる有害性指標		
	種類	値	備考
アクリル酸メチル	無毒性量	0.088mg/m^3	
アクリロニトリル	指針値	2 µg/m^3	
アセトアルデヒド	無毒性量	0.49mg/m^3	
アセトニトリル	無毒性量	0.3mg/m^3	
２－アミノエタノール	無毒性量	0.012mg/m^3	
アリルアルコール	無毒性量	0.0098mg/m^3	
エチルベンゼン	無毒性量	12mg/m^3	
エチレンオキシド	生涯の過剰発生率 5%に対する暴露量	2.2mg/m^3	
エチレンオキシド	無毒性量	0.43mg/m^3	

物質名	リスク評価で用いる有害性指標		
	種類	値	備考
エチレングリコール	無毒性量	4.1mg/m^3	
エチレングリコールモノメチルエーテル	無毒性量	0.23mg/m^3	
エチレンジアミン	無毒性量	0.31mg/m^3	
酸化プロピレン	ユニットリスク	$3.7×10^{-6}$（μg/m^3)$^{-1}$	
酸化プロピレン	無毒性量	0.13mg/m^3	
キシレン	無毒性量	2.2mg/m^3	
塩化ビニル	指針値	10 μg/m^3	
クロロホルム	指針値	18 μg/m^3	
塩化メチル	無毒性量	0.18mg/m^3	
エチレングリコールモノエチルエーテルアセテート	無毒性量	3.4mg/m^3	
酢酸ビニル	無毒性量	3.1mg/m^3	
１，４－ジオキサン	無毒性量	8.3mg/m^3	
１，２－ジクロロエタン	指針値	1.6 μg/m^3	
ｐ－ジクロロベンゼン	無毒性量	0.75mg/m^3	
塩化メチレン	環境基準	0.15mg/m^3	
Ｎ，Ｎ－ジメチルホルムアミド	無毒性量	0.52mg/m^3	
スチレン	無毒性量	2.6mg/m^3	
テトラクロロエチレン	環境基準	0.2mg/m^3	
トリクロロエチレン	環境基準	0.2mg/m^3	
ＣＦＣ－１１			評価書なし
トルエン	無毒性量	7.9mg/m^3	
ニッケル化合物	指針値	25 ngNi/m^3	
１，３－ブタジエン	指針値	2.5 μg/m^3	
ヒドラジン	無毒性量	0.003mg/m^3	
臭化メチル	無毒性量	0.028mg/m^3	
ベンゼン	環境基準	0.003mg/m^3	
ホルムアルデヒド	ユニットリスク	$1.3×10^{-5}$（μg/m^3）$^{-1}$	
ホルムアルデヒド	無毒性量	0.1mg/m^3	
メタクリル酸メチル	無毒性量	1.8mg/m^3	
メタクリロニトリル	―	―	生態リスクのみ
α―メチルスチレン	無毒性量	0.064mg/m^3	

ポイント
環境リスク評価対象物質の有害性指標を、表5からピックアップしましょう。この表にない物質のリスク評価が必要な場合は、表3に示したデータベースで有害性指標を検索するか、専門の調査会社に調査を依頼してください。

4. 暴露評価

環境リスク評価において、人や環境中の動植物が化学物質を取り込む量（濃度）を評価することを、暴露評価といいます。この 4 章では、まず、事業所から大気中に排出された化学物質の大気中での挙動について説明し、続いて、暴露評価をする方法について解説します。

(1) 大気中に排出された化学物質の挙動

1) 拡散と最大着地濃度

事業所から排出された化学物質は、風の影響を受けて、大気中で鉛直・水平方向に拡散しながら移動するのが一般的です。図 5 には、風向きが一定の場合を想定して、模式的に化学物質の拡散の様子を示しています。事業所の風下の地上における濃度は、事業所に近いところではまだ煙が地上まで拡散してこないために低く、事業所から離れるに従い高くなり、最大の濃度に達してから、次第にまた拡散により濃度が低下します。この風下に現れる最大の濃度は「最大着地濃度」と呼ばれています。

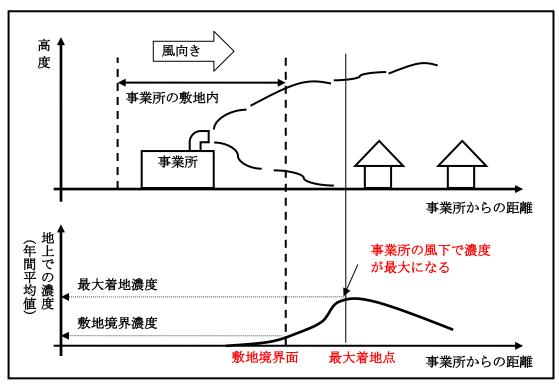



図5　化学物質の拡散の模式図（上図）と事業所からの距離と地上での濃度の関係（下図）

ポイント
化学物質を排出する事業所の風下に化学物質の濃度が最大になる「最大着地濃度」が現れます。

2) 卓越風の風向に応じた大気中濃度の変化

大気中に排出された化学物質は、風下方向に拡散していきますが、気象の変化とともに風向も変わります。したがって、長期間にわたる平均的な大気中濃度を評価するときは、風向出現頻度を考慮する必要があります。

図 6 のレーダーチャートは、川崎区の大師公園近くに設置されている、大気の常時監視局（大師測定局）における 2007 年度の年間の風向出現頻度を表した図です。これを見ると、北北西、北東、南南西の風の出現頻度が卓越していることが分かります。この測定局における風向出現頻度の比率は、年度により若干変化しますが、卓越する風向はほぼ同じです。つまり、年間平均では右側の図のように、卓越している風向の風下が高濃度になると考えられます。

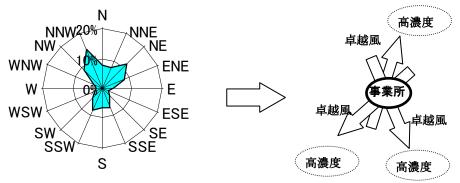



図6　2007年度の大師測定局における風向出現頻度と風下の高濃度地点

ポイント
長期間にわたる平均的な大気中濃度を評価する際は、卓越風の風下が高濃度になる傾向があることを考慮しましょう。

(2) 暴露評価の方法

1) 暴露評価を行う地点

事業所から排出された化学物質は、事業所周辺へ拡散し、卓越風の風下が高濃度になります。高濃度地点に居住する住民は、他の地域に居住する住民に比べて、高濃度の化学物質を吸入することになります。したがって、この手引きでは、安全側の観点から、事業所周辺で最も高濃度になる地点に居住する住民の健康への影響を評価することとします。

2) 暴露評価を行う期間

低濃度長期暴露による周辺住民への健康影響を評価する場合、暴露濃度も生活の中で平均的に暴露される濃度とする必要があります。この場合、季節や気象による濃度の変動を考慮すると、1 年間の平均的な暴露濃度を用いて評価することが望ましいと考えられます。

行政が実施している大気汚染防止法による有害大気汚染物質の測定では、1 回 24 時間一定流量での連続捕集による測定を年 12 回実施した濃度の平均値を「年平均値」としています。

3) 暴露濃度を評価する手法

対象とする化学物質の暴露濃度を評価するためには、大気濃度を実測する方法と、化学物質の排出量から拡散シミュレーションにより予測する方法の大きく 2 つがあります。それぞれ、メリットとデメリットがありますので、それに留意して、事業所の状況に合った方法により暴露濃度を評価してください。

<u>実測する方法のメリットとデメリット</u>

<u>メリット</u>

- 測定した地点、時間帯の正確な濃度を把握することができます。

<u>デメリット</u>

- 測定した場所で最大着地濃度が出現するとは限りません。
- 年平均値を推定する場合、季節や気象による変動を抑えるために測定頻度を増やす必要があり、それにともないコストも増加します。
- 評価の対象事業所（施設）以外に排出源がある場合、測定した濃度には、評価対象事業所以外の発生源からの寄与も含まれてしまいます。
- 測定したい地点に、測定器を設置するスペース（場合によっては電源も）を確保する必要があります。

ポイント
実測する場合は、風向を配慮した測定場所を設定し、できるだけ平均的な濃度を測定できるような頻度で行うことが大切です。

予測する方法のメリットとデメリット

メリット

- PRTR 排出量などの排出量データにより、最大濃度の出現地点を予測できます。
- 予測に用いる気象データにより、年平均値を容易に予測することができます。
- 人件費とパソコンに関する費用以外のコストは不要です。（無料でダウンロードできるシミュレーションソフトが公開されています。気象データも川崎市が提供します。）
- 対象とする事業所（施設）の排出からの寄与濃度を予測することができます。また、複数の発生源データを入力することで、それぞれの寄与を予測できます。

デメリット

- 拡散シミュレーションモデルでは再現しきれない、さまざまな現象があることから、また、そもそも PRTR 排出量そのものが推計値であることから、予測結果には不確実性が含まれます。
- 評価の対象事業所（施設）以外に発生源がある場合、予測結果は実際の環境濃度と乖離することがあります。

ポイント
この手引きで推奨するシミュレーションモデルは、経済産業省が無償で公開しているソフトウェア「METI-LIS：経済産業省－低煙源工場拡散モデル」で、大気への排出量と事業所周辺の気象データを用いて、地図上の任意の地点の平均的な濃度を比較的簡単に予測することが可能です。このモデルの使用方法については、本手引書の別添資料２を参考にしてください。

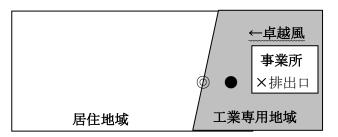
4) 暴露評価する地点に関する留意事項

実測する方法、あるいは予測する方法のいずれの方法を用いる場合も、暴露濃度を評価する地点について、次のことに留意する必要があります。

①　事業所敷地内と工業専用地域の取扱い

事業所の周辺住民の健康に及ぼす環境リスクを対象とした場合、住民が居住する地域において暴露評価を実施する必要があります。したがって、環境基本法に定められている環境基準と同様の考え方で、「工業専用地域、車道その他一般公衆が通常生活していない地域または場所」以外の地域（以下「居住地域」といいます。）で、暴露評価を実施することとします。

事業所から大気中に排出された化学物質の最大着地濃度は、排出口の高さや風速などの影響により、事業所敷地内や工業専用地域内に出現することがあります。その場合、その場所は居住地域ではないため、次のような考え方で暴露濃度を評価する必要があります。

ケース１：最大着地濃度が工業専用地域内に出現する場合

◎：環境リスク評価で用いる暴露濃度

●：最大着地濃度

最大着地濃度が工業専用地域内にある場合、卓越風の風下方向の工業専用地域と居住地域の境界上の最大濃度を用いて、環境リスク評価を行います。

ケース2：最大着地濃度が事業所敷地内に出現する場合

卓越風→

事業所敷地内

×排出口　●　◎

居住地域　工業専用地域

◎：環境リスク評価で用いる暴露濃度

●：最大着地濃度

最大着地濃度が事業所敷地内にある場合、卓越風の風下方向の事業所の敷地と居住地域の境界上の最大濃度を用いて、環境リスク評価を行います。

図７　最大着地濃度の発現地点による暴露濃度評価地点の扱い

②　風向出現頻度の配慮

実測する方法により年平均値を推定する場合、最大着地濃度は一般に事業所の風下に出現しますが、卓越風が一方向とは限らないので、リスク評価を実施する地域の風向出現頻度に配慮する必要があります。年度間の風向の出現頻度は、市のホームページで確認できます。

（URL　http://www.city.kawasaki.jp/30/30kagaku/home/kagaku/tekiseikanri/meteorology.htm）

なお、METI-LIS では、設定した期間の風向出現頻度等を考慮した最大濃度地点を予測することができます。

③　地面からの高さへの配慮

事業所の排出口の位置が高い場合、最大着地濃度はより遠くに出現します。図８のように、排出口と最大着地濃度地点の間にマンションなどの高層建築物がある場合には、着地前の拡散が進んでいない化学物質に暴露されるため、そのマンションでは最大着地濃度より高濃度に暴露されることが考えられます。

METI-LIS では、任意の標高を設定して濃度を予測することができます。

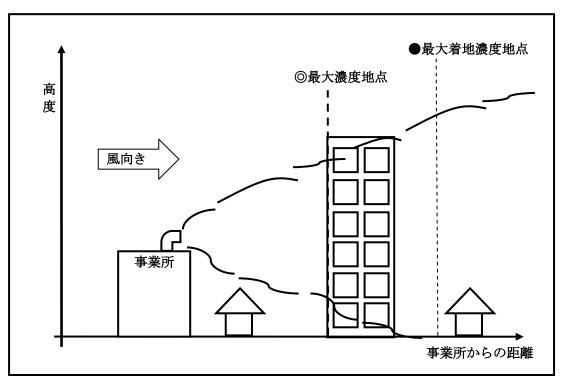



図8　標高と最大の濃度の関係

5. リスク判定

環境リスク評価では、有害性評価と暴露評価の結果から、環境リスクの値を算出し、この数値に基づいて、環境リスクの大きさを判定します。

(1) 環境リスクの値の算出

環境リスクの値は、有害性評価で得られた結果（表 5 のリスク評価で用いる値）に応じて、それぞれ次の方法で算出します。

1) ユニットリスクを用いる場合（閾値のない発がん性）

ユニットリスクを用いて環境リスクを評価する場合は、がんの過剰発生率を算出します。がんの過剰発生率は、ある濃度の化学物質に一生涯（70 年）暴露された場合のがんの発生確率の増加分です。その定義から、その値が大きいほどリスクが大きいと言うことができます。

がん過剰発生率 ＝暴露濃度(μg/m^3) × ユニットリスク((μg/m^3)$^{-1}$)

【参考】「生涯のがん過剰発生率 5%に対する暴露濃度」を用いる場合

この場合は、次のとおり EPI（Exposure/Potency Index）を計算します。

EPI＝暴露濃度(μg/m^3) ÷ 生涯の過剰発生率 5%に対する暴露量(mg/m^3) ÷ 1,000(μg/mg)

EPI の値が大きいほどリスクが大きいと言うことができます。

2) 無毒性量を用いる場合

無毒性量を用いて環境リスクを評価する場合は、次のとおり暴露マージン（MOE：Margin of Exposure）という値を算出します。MOE とは、人に対する無毒性量と暴露濃度の比です。このため、MOE が小さいほどリスクが大きいと言うことができます。

MOE ＝ 無毒性量（mg/m^3） ÷ 暴露濃度(μg/m^3） × 1,000(μg/mg)

3) 環境基準または指針値を用いる場合

環境基準または指針値を用いる場合は、環境基準または指針値を暴露濃度が超えないこととして評価します。

ポイント
表5に示した有害性の種類に応じて、上記の計算式を用いて環境リスクの値を計算してください。

(2) 環境リスクの判定

前項で算出した環境リスクの値を用いて、次の考え方により、環境リスクの判定を行います。

1) 環境省の初期リスク評価書の判定基準

環境省の初期リスク評価書では、表 6 に示したような考え方で環境リスクをレベル分けして判定しています。レベルの数値が大きくなると、リスクは小さいことになります。

表6　環境省のリスク評価指標との判定レベル

レベル	リスク評価指標			判定
	発がん性 がん過剰発生率	発がん性 EPI	非発がん性 MOE	
レベル1	10^{-5}以上	2.0×10^{-4}以上	10未満	詳細な評価を行う候補と考えられる。
レベル2	10^{-6}以上 10^{-5}未満	2.0×10^{-5}以上 2.0×10^{-4}未満	10以上 100未満	情報収集に努める必要があると考えられる。
レベル3	10^{-6}未満	2.0×10^{-5}未満	100以上	現時点では作業は必要ないと考えられる。

【参考】：川崎市のリスク評価による判定レベル別の対応方針

川崎市が実施している市域の環境リスク評価では、環境省と同等のレベル分けを行うとともに、各レベルにより次のような取組を実施することにしています。

レベル	川崎市によるリスクの判定	具体的取組
1	環境リスクの低減対策について検討すべき物質	環境への排出や環境濃度の実態について詳細な調査を実施します。その結果に基づいて、市内の暴露量への寄与を考慮しながら、排出量の削減対策について検討します。
2	環境リスクの低減対策の必要性の有無について調査すべき物質	環境への排出や環境濃度の実態について更に情報収集を行い、リスク評価結果を精査することにより、排出量の削減対策の必要性の有無について調査します。削減対策の必要性が認められた場合にはレベル１、認められない場合にはレベル３と同様に取り扱います。
3	現時点で環境リスクの低減対策の必要性はないと考えられる物質	現時点ではこの物質に対する特別な対策は実施しませんが、化学物質全体の環境リスクを低減するという観点から、少しでも排出量が削減されるよう努めていきます。

（出典）化学物質の環境リスク評価結果報告書（川崎市）

（URL：http://www.city.kawasaki.jp/30/30kagaku/home/kagaku/risk/index.htm）

2) この手引きによるリスク評価の活用方法

この手引きによるリスク評価は、次のような活用方法が考えられます。

① 使用している化学物質のリスクのレベル分けと対策の優先順位の決定

事業所で使用している化学物質ごとにリスク評価を行い、リスクの高いものから順番に（環境省方式では、レベルの小さいものから順番に）対策を検討していきます。

② 周辺事業所と自社の事業所の寄与率の判定

同じ化学物質を使用し、環境に排出している事業所が周辺に複数立地している場合、周辺事業所の PRTR 排出量を入手し、METI-LIS による濃度予測を行うことにより、自社の事業所の寄与率を確認することができます。また、地域の事業所が詳細な排出実態を持ちより、共同で濃度予測を行うと、より正確な寄与率の把握ができます。

③ 物質ごとの環境リスクの判定

対象とする化学物質について、自社の事業所以外からの排出がほとんどない場合、予測濃度は実際の環境濃度に近くなると考えられます。その場合には、環境省の初期リスク評価書と同じ判定方法で判定することができます。しかし、恐らくそのようなケースは少なく、多くの場合にはほかにも発生源が存在し、実際の環境濃度に対して、ひとつの事業所の寄与による濃度はかなり低いことが考えられ、その場合は環境省の判定方法では十分とはいえません。

したがって、環境省の判定方法を参考にして、各レベルの指標の値を厳しくなる方向に設定し、事業所の自主管理の基準とする方法が考えられます。

このとき、厳しくする程度は、個々の物質の排出状況や環境濃度により違うと考えられますが、10 倍厳しくしたときの例を、表 7 に示します。

表7　判定基準の例

レベル	リスク評価指標			
	発がん性① がん過剰発生率	発がん性② EPI	非発がん性 MOE	（環境基準又は指針値）÷暴露濃度
レベル1	10^{-6}以上	2.0×10^{-5}以上	100未満	10未満
レベル2	10^{-7}以上 10^{-6}未満	2.0×10^{-6}以上 2.0×10^{-5}未満	100以上 1000未満	10以上 100未満
レベル3	10^{-7}未満	2.0×10^{-6}未満	1000以上	100以上

6. 判定結果の取扱い

化学物質の環境リスク評価は、有害性評価及び暴露評価のどちらも、現在の科学的知見の下では、様々な不確実性を含んでいます。このような状況で環境リスクの評価を行う場合、「安全側に立つ」（リスクを大きく評価する）という視点で不確実性に対応することが、一般的に取られています。したがって、この手引きによるリスク評価結果を、直ちに実際のリスクと捉えることはできないと考えています。また、個々の事業所が扱う化学物質の種類や施設、事業所の立地する場所などはさまざまで、環境リスクの評価には、個々の状況に応じた判断が必要であると考えられます。

しかし、環境汚染の未然防止の観点から、周辺住民に与えるリスクの大きさを何らかの方法で把握し、事業者が自主的な化学物質の適正管理に活用することは極めて重要なことです。したがって、この手引きは、リスク評価の判定レベルにより、市として一律に何らかの対策をお願いするのではなく、リスク評価を事業者が自主的な化学物質の適正管理を効率的かつ効果的に行うためのツールのひとつとして位置づけ、市の事業者への支援策として提供することを目的としています。事業者の皆さんが、本書によりリスク評価を実施し、その結果を化学物質の適正管理の際の判断材料の一つとして活用されることを望みます。

III. ケーススタディ

このⅢ章では、実際に環境リスク評価を実施することを想定して、その手順について解説します。ここでは次のような３つのケースを想定します。

ケース	1	2	3
事業所	A事業所	B事業所 C事業所	D事業所
立地場所	川崎市の臨海部の工業専用地域内に立地	川崎市の臨海部の工業専用地域内に立地	川崎市の内陸部の居住地域に立地
評価物質	ベンゼン 酸化プロピレン(1, 2-エポキシプロパン)	1,3-ブタジエン	トルエン
評価目的	対策物質の優先度の決定	事業所の近隣住民のリスクと事業所間の寄与の比較	事業所の周辺住民のリスク評価
暴露評価の方法	予測する方法	予測する方法	予測する方法及び実測する方法

1. ケース１の環境リスク評価

(1) 目的の明確化

A 事業所での取り扱い化学物質について、大気への排出量を削減する計画を策定することになった。削減計画では、周辺住民へのリスクの大きい物質から優先して削減することにしたい。このため、環境リスク評価を行い、大気へ排出している物質の環境リスクの大きさを比較したい。

(2) シナリオの設定

ベンゼンと酸化プロピレンは事業所内のそれぞれ別の施設で取扱いがあり、大気への排出があるベンゼン及び酸化プロピレンを対象物質とし、A 事業所から大気へ排出されるベンゼン及び酸化プロピレンの居住地域の住民に対する健康影響を評価する。

(3) 有害性評価

1) 対象物質の性質

Ⅱ章表 3 の「化学物質総合情報提供システム（CHRIP）」及び「化学物質ファクトシート」を調べたところ、ベンゼン及び酸化プロピレンは次のような性質を持つことが分かった。

項目	性質	
	ベンゼン	酸化プロピレン
物理化学的性状	融点：5.5 ℃ 沸点：80.1 ℃ 比重：0.8787（15/4℃） 蒸気圧：12.7 kPa（25℃） 分配係数：2.13 対水溶解度：0.188%(w/w)（23.5℃）	融点：-112.13 ℃ 沸点：34.23 ℃ 比重：0.859（0/4℃） 蒸気圧：538 mmHg（25℃） 分配係数：0.03 対水溶解度：590 g/L（25℃）
性状	常温では特徴的な臭いをもつ無色透明の液体で、揮発性物質である。	水に溶けやすい無色透明の液体で、揮発性物質である。
環境中での動き	大気中へ排出されたベンゼンは、7～10 日で半分の濃度になる。水中に入った場合は、主に大気中への揮発によって失われるほか、一部は微生物によって分解される。しかし、土壌の深い層や地下水に侵入した場合、容易には揮発しない。	大気中へ排出された酸化プロピレンは、0.5～1か月で半分の濃度になる。水中に入った場合は、主に大気中への揮発によって失われるほか、一部は微生物によって分解される。
毒性	ベンゼンは、遺伝子に対する障害や白血病を引き起こすと考えられている。 国際がん研究機関（IARC）は、グルー	ヒトリンパ球などを使った染色体異常の試験で、陽性を示す結果が報告されている。

	プ1（人に対して発がん性がある）に分類している。	国際がん研究機関（IARC）は、グループ2B（人に対して発がん性があるかもしれない）に分類している。
体内への吸収と排出	人が体内に取り込む可能性があるのは、呼吸や飲み水によると考えられる。体内に吸収されると、呼気とともに吐き出されたり、肝臓で酸化されたりして、尿に含まれて排せつされる。	人が体内に取り込む可能性があるのは、呼吸や飲み水などによると考えられる。体内に取り込まれると、ラットでは、大部分は代謝物に変化し、尿に含まれて排せつされたと報告されている。

2) 有害性の評価

Ⅱ章表 5 から、ベンゼンの環境リスク評価で用いる有害性指標は、3μg/m^3 (環境基準)、また、酸化プロピレンの環境リスク評価で用いる有害性指標は、発がん性については 3.7×10^{-6}(μg/m^3)$^{-1}$（ユニットリスク）、非発がん性については 0.13mg/m^3（無毒性量）であった。

(4) 暴露評価

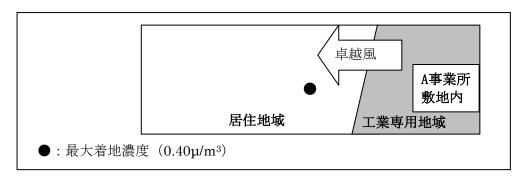
1) 暴露濃度の把握手法

ベンゼン及び酸化プロピレンの 2 物質について、大気濃度を実測する方法により居住地域の大気濃度の年平均値を推定することは、測定場所の確保が困難であり、また、コスト面での負担が大きい。このため、大気濃度を予測する方法により暴露濃度を評価することとした。

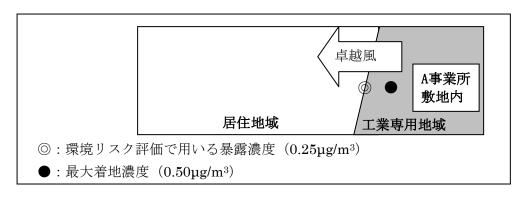
2) 環境リスク評価で用いる暴露濃度

ベンゼン

別添資料 2 の METI-LIS の使用手順書、また、インターネットで公開されている METI-LIS の取扱説明書を参照して、A 事業所からの排出による濃度を推計したところ、次の図のように、居住地域において最大着地濃度 0.40μg/m^3 が出現した。

居住地域における環境リスクを評価することから、環境リスク評価で用いる暴露濃度を 0.40μg/m^3 とした。

酸化プロピレン

別添資料２の METI-LIS の使用手順書、また、インターネットで公開されている METI-LIS の取扱説明書を参照にして､A 事業所からの排出による濃度を推計したところ、次の図のように、工業専用地域において最大着地濃度 0.50µg/m³ が出現した。また、工業専用地域と居住地域の境界における最大濃度は 0.25µg/m³ であり、最大着地濃度が出現した地点から卓越風の風下に出現した。

居住地域における環境リスクを評価することから、環境リスク評価で用いる暴露濃度を 0.25µg/m³ とした。

(5) 環境リスクの判定

1) 環境リスクの評価

ベンゼン

有害性評価で得られた有害性指標は環境基準値であったことから、次のとおり、環境リスクを評価した。

（環境基準または指針値）/暴露濃度	=	環境基準値（µg/m³）	÷	暴露濃度（µg/m³）
	=	3	÷	0.4
	=	7.5		

酸化プロピレン

○発がん性

有害性評価では有害性指標として発がん影響のユニットリスクが示されていることから、次のとおり、がん過剰発生率により、環境リスクを評価した。

がん過剰発生率	=	ユニットリスク（(µg/m³）$^{-1}$)	×	暴露濃度（µg/m³）
	=	3.7×10^{-6}	×	0.25
	=	9.2×10^{-7}		

○非発がん性

有害性評価では有害性指標として非発がん影響の無毒性量も示されていることから、次

のとおり、MOE による環境リスクも評価した。

MOE	=	無毒性量（mg/m³）	÷	暴露濃度（μg/m³）	×	1,000
	=	0.13	÷	0.25	×	1,000
	=	520				

2) 環境リスクの判定

ベンゼン

Ⅱ章表 7 の判定基準の例を用いると、判定レベルは 1 となった。

酸化プロピレン

Ⅱ章表 7 の判定基準の例を用いると、発がん性及び非発がん性について、いずれも判定レベルは 2 となった。

(6) 判定結果の取扱い

排出削減計画においては、判定レベル 2 であった酸化プロピレンより判定レベル 1 であったベンゼンの削減対策を優先的に実施することとした。

2. ケース２の環境リスク評価

(1) 目的の明確化

B 事業所は工業専用地域内に立地しており、近くには住民が居住していない。しかし、風向きによっては、排出した化学物質が居住地域まで流れていくことが考えられる。また、B 事業所の近隣には同じ化学物質を取り扱う C 事業所がある。

そこで、C 事業所と共同して、居住地域の住民の健康に対しての影響を把握するとともに、大気濃度へのそれぞれの事業所の寄与を検討したい。

(2) シナリオの設定

B 事業所及び C 事業所において大気への排出量が多く、発がん性のある 1,3-ブタジエンを対象物質とし、B 事業所及び C 事業所から大気へ排出される 1,3-ブタジエンの居住地域の住民に対する健康影響を評価する。

(3) 有害性評価

1) 対象物質の性質

Ⅱ章表 3 の「化学物質総合情報提供システム（CHRIP）」及び「化学物質ファクトシート」を調べたところ、1,3-ブタジエンは次のような性質を持つことが分かった。

項目	性質
物理化学的性状	融点：-108.966 ℃ 沸点：-4.5 ℃ 比重：0.650（-6/4℃） 蒸気圧：2107 mmHg（25℃） 分配係数：1.99 対水溶解度：0.735 g/L（25℃）
性状	常温で無色透明の気体で、化学反応しやすく、熱または酸素によって容易に重合する。
環境中での動き	大気中へ排出された1,3-ブタジエンは、主に化学反応によって分解され、およそ3～6時間で半分の濃度になる。水中へ入った場合は、主に大気中に揮発することによって失われる。
毒性	1,3-ブタジエンは、白血病を引き起こすと考えられている。 国際がん研究機関（IARC）は、グループ1（人に対して発がん性がある）に分類している。
体内への吸収と排出	人が体内に取り込む可能性があるのは、呼吸によると考えられる。体内に取り込まれると、膀胱や呼吸器、消化管、肝臓、腎臓に分布し、代謝物に変化し、尿に含まれて排せつされたり、呼気とともに吐き出されたりする。

2) 有害性の評価

Ⅱ章表 5 から、1,3-ブタジエンの環境リスク評価で用いる有害性指標は、2.5μg/m³（指針値）であることが分かった。

(4) 暴露評価

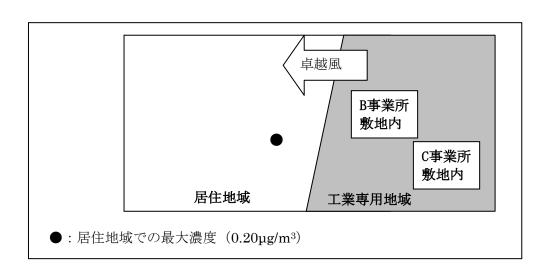
1) 暴露濃度の把握手法

居住地域の大気濃度を実測する方法では、大気濃度に対するそれぞれの事業所の寄与を検討することは難しく、また、測定場所の確保も難しい。したがって、B 事業所及び C 事業所における排出口の位置、施設の稼働状況など詳細な排出状況に関する情報を持ちより、大気濃度を予測する方法で、暴露濃度を評価することにした。

2) 環境リスク評価で用いる暴露濃度

○B事業所及びC事業所の２事業所からの排出による暴露濃度

別添資料２の METI-LIS の使用手順書、また、インターネットで公開されている METI-LIS の取扱説明書を参照して、B 事業所及び C 事業所の２事業所からの排出による濃度を推計したところ、次の図のように、居住地域での最大濃度は 0.20μg/m³（●）であった。

居住地域における環境リスクを評価することから、環境リスク評価で用いる暴露濃度を 0.20μg/m³ とした。

○B事業所からの排出による暴露濃度

B 事業所及び C 事業所の２事業所からの排出による居住地域での最大濃度地点（以下「寄与濃度計算地点」という。）における B 事業所の寄与を検討するため、B 事業所からの排出のみによる濃度を推計したところ、寄与濃度計算地点での濃度は 0.12μg/m³ であった。

○C事業所からの排出による暴露濃度

寄与濃度計算地点における C 事業所の寄与を検討するため、C 事業所からの排出のみによる濃度を推計したところ、寄与濃度計算地点での濃度は 0.080μg/m^3 であった。

(5) 環境リスクの判定（B 事業所及び C 事業所の 2 事業所からの排出による環境リスク）

1) 環境リスクの評価

有害性評価で得られた有害性指標は指針値であったことから、次のとおり、指針値により環境リスクを評価した。

（環境基準または指針値）/暴露濃度　=　指針値（μg/m^3）　÷　暴露濃度（μg/m^3）

=　2.5　÷　0.20

=　13

2) 環境リスクの判定

Ⅱ章表 7 の判定基準の例を用いると、判定レベルは 2 となった。

また、リスク評価地点における暴露濃度 0.20μg/m^3 に対して、B 事業所の寄与による暴露濃度は 0.12μg/m^3 で寄与率は 60%、C 事業所の寄与による暴露濃度は 0.080μg/m^3 で寄与率は 40%であった。

(6) 判定結果の取扱い

B 事業所及び C 事業所の 2 事業所からの排出による環境リスクに対して、B 事業所、C 事業所それぞれの寄与がわかった。今後、それぞれの事業所の敷地境界での大気濃度を測定し、予測濃度と比較するなど、さらに詳細に周辺の大気濃度への詳細な寄与を共同で調査していくこととした。

3. ケース３の環境リスク評価

(1) 目的の明確化

事業所周辺が住宅地であるため、事業者の社会的責任として、環境リスク評価を行い、D 事業所から大気中へ排出している化学物質が周辺住民の健康に及ぼしている影響を把握したい。

(2) シナリオの設定

大気への排出量が多いトルエンを対象物質とし、D 事業所から大気へ排出されるトルエンの周辺住民に対する健康影響を評価する。

(3) 有害性評価

1) 対象物質の性質

Ⅱ章表３の「化学物質総合情報提供システム（CHRIP）」及び「化学物質ファクトシート」を調べたところ、トルエンは次のような性質を持つことが分かった。

項目	性質
物理化学的性状	融点：-95 ℃ 沸点：110.6 ℃ 比重：0.866（20/4℃） 蒸気圧：3.79 kPa（25℃） 分配係数：2.73 対水溶解度：0.519 g/L（25℃）
性状	常温では無色透明の液体で、揮発性物質である。ガソリンのような臭いがある。
環境中での動き	大気中へ排出されたトルエンは、光分解によって失われ、1～3日で半分の濃度になる。 水中に入った場合は、大気中へ揮発したり、微生物によって分解されたりする。土壌に入ると微生物によって分解されるが、土壌の深い層や地下水に侵入した場合、容易には揮発しない。
毒性	トルエンを長期にわたって体内に取り込んだ結果、神経障害や腎臓、肝臓、血液への障害が認められている。 また、シックハウス症候群との関連性が疑われている。
体内への吸収と排泄	人が体内に取り込む可能性があるのは、呼吸や飲み水によると考えられる。体内に取り込まれると、15～20%は呼気とともに吐き出され、80～90%は代謝物に変化し、尿に含まれて排せつされる。

2) 有害性の評価

Ⅱ章表5から、トルエンの環境リスク評価で用いる有害性指標は、7.9mg/m^3（無毒性量）であることが分かった。

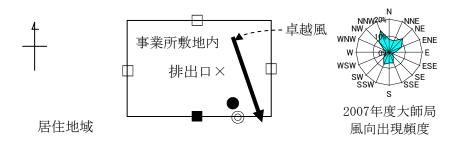
(4) 暴露評価

1) 暴露濃度の把握手法

従来から事業所の敷地境界における大気濃度を、夏冬年２回実測しているが、より正確な周辺への影響を知るために、METI-LIS も併用して事業所周辺の環境濃度を調査することとした。

2) 環境リスク評価で用いる暴露濃度

実測は、敷地の東西南北の境界で夏冬の年２回実施しており、各測定地点における平均値の最大値は、敷地南側の地点で 20μg/m^3（■）となった。また、別添資料２の METI-LIS の使用手順書、インターネットで公開されている METI-LIS の取扱説明書を参照して、D 事業所からの排出による濃度を推計したところ、事業所敷地内において最大着地濃度 80μg/m^3（●）となり、その地点から見て排出口の反対方向の敷地境界線上では 40μg/m^3（◎）となった。卓越風の風下方向の、敷地境界上の地点であった。

したがって、居住地域における環境リスクを評価することから、環境リスク評価で用いる暴露濃度を、予測により得られた敷地境界濃度の 40μg/m^3（◎）とした。

●：予測による最大着地濃度（80μg/m^3）

◎：暴露濃度評価地点(40μg/m^3)

□■：実測地点（東西南北の敷地境界）

■：実測による最大年平均濃度(20μg/m^3)

> なお、仮に事業所の敷地境界内ではなくて、居住地域において最大着地濃度が現れた場合は、その値を環境リスク評価で用いる暴露濃度とします。

(5) 環境リスクの判定

1) 環境リスクの評価

有害性評価で得られた有害性指標は無毒性量であったことから、次のとおり、MOE により環境リスクを評価した。

MOE	=	無毒性量（mg/m^3）	÷	暴露濃度（μg/m^3）	×	1,000
	=	7.9	÷	40	×	1,000
	=	200				

2) 環境リスクの判定

Ⅱ章表 7 の判定基準の例を用いると、判定レベルは 2 となった。

(6) 判定結果の取扱い

評価結果の判定レベルは 2 だったので、今後も周辺住民の暴露に関する調査を継続していく。大気濃度の実測は、最大濃度が現れた事業所の敷地境界でも行うとともに、測定回数を増やして実測値の精度を向上させる。

また、トルエンの PRTR 届出排出量データをみると、D 事業所周辺には、ほかにトルエンについて大気への排出が多い事業所はないが、PRTR 届出外排出量データをみると自動車からの排出も多く、実際の大気濃度はさらに高いと考えられる。したがって、今後は実測濃度と予測濃度を比較しながら、D 事業所からの排出による実際の大気濃度への寄与を詳細に調査することとした。

【参考】

トルエンは、環境基準や指針値は設定されていませんが、シックハウス症候群との関連性が疑われていることから、厚生労働省ではトルエンの室内濃度の指針値を 260 μg/m^3 と設定しています。

仮に、有害性指標として室内濃度指針値を用いた場合の環境リスク評価結果は、次のようにになります。

（室内濃度指針値）/暴露濃度	=	室内濃度指針値（μg/m^3）	÷	暴露濃度（μg/m^3）
	=	260	÷	40
	=	6.5		

Ⅱ章表 7 の判定基準の例を用いると、判定レベルは 1 となります。

おわりに

化学物質の環境リスク評価には、国内においても様々な手法が用いられています。この手引きでは、その中でもできるかぎり簡易な方法で環境リスクを評価できるよう作成しました。したがって、事業者の自主管理としてより詳細な環境リスク評価をすることを妨げるものではありません。

また、化学物質の排出実態は事業者により千差万別であり、環境リスク評価を実施する中で、この手引きでは説明されていない様々な課題も生じてくることが考えられます。その際は、川崎市でもできる限りの助言をさせていただきたいと考えていますので、所管部署（川崎市環境局環境対策部企画指導課化学物質担当）までお問い合わせいただきたいと思います。

今後、環境リスクの観点から化学物質の適正な管理を推進していくためのひとつのツールとして、この手引きを有効に活用していただけることを期待しています。

謝辞

手引き作成に際して、川崎市内の PRTR 対象事業者に対して「化学物質の環境リスク評価の実施状況等に関するアンケート調査」を実施しました。アンケート調査に御協力いただいた事業者に対して、ここに深謝の意を表します。また、手引きの詳細な検討については、川崎市化学物質対策検討委員会の委員の方々から多大なる御指導と御鞭撻を賜りました。ここに深謝の意を表します。

氏名	所属
（平成22年度委員長） 横山　榮二	元　国立公衆衛生院　院長
（平成23年度委員長） 中舘　正弘	一般財団法人化学物質評価研究機構 技術顧問
片谷　教孝	桜美林大学　教授
加藤　順子	金沢工業大学　客員教授
亀屋　隆志	横浜国立大学　准教授
川本　克也	（独）国立環境研究所　資源循環・廃棄物研究センター　副センター長

（敬称略、委員長以外五十音順、所属は平成24年3月時点のもの）